

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA, FÖLDRAJZ-METEOROLÓGIA PROGRAM

**A BIOMASSZA, MINT ENERGIAFORRÁS HASZNOSÍTÁSI
LEHETŐSÉGEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL
MAGYARORSZÁGRA**

PAPPNÉ VANCSÓ JUDIT

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

TÉMAVEZETŐ:
DR VIDÉKI IMRE
EGYETEMI DOCENS

FÖLDRAJZ-ÉS FÖLDTUDOMÁNYI INTÉZET
FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KÖZPONT, TÁRSADALOM-ÉS GAZDASÁGFÖLDRAJZI TANSZÉK

A FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA VEZETŐJE: DR. GÁBRIS GYULA
A FÖLDRAJZ-METEOROLÓGIA PROGRAM VEZETŐJE: DR NEMES-NAGY JÓZSEF

BUDAPEST, 2010

I. Bevezetés, a kutatás célkitűzései

A megújuló energiaforrások, a „zöld energia” mára rendkívül népszerű kutatási területté vált, számos tudomány foglalkozik a bennük rejlő lehetőségek vizsgálatával. Ezen ősi energiaforrások újrafelfedezése az 1970-80-as évek kőolajválságait követően történt – bár a vízerőt már a 19. század végétől használjuk villamosenergia-termelésre. Alkalmazásukat leginkább a fejlett világ országaiban próbálják ösztönözni –, egyre nagyobb „energiák” mozgósításával. A fejlett társadalmak – különösen az Európai Unió – nagy reményeket fűznek a megújuló energiaforrásokhoz: szerepük lehet az antropogén eredetű klímaváltozás és az energiaimport-függés mérséklésében, illetve a munkahelyteremtés révén a vidéki társadalom felemelkedésében. Alapvető kérdésként merül fel tehát, hogy milyen a jelene és a jövője a megújuló energia-ágazatnak? Milyen szerepet fog játszani a jövő emberi társadalmának életében?

A megújuló energiaforrások sorában a biomassza hasznosítása a legjelentősebb; hazánkban is ebben a szegmensben rejtezik talán – a jelenlegi technikai színvonalat figyelembe véve – a legtöbb ténylegesen kiaknázzható energia. Disszertációmban ezért alapvetően a biomassza energiaforrással foglalkoztam, s mindenekelőtt a következő kérdésekre kerestem a választ:

- Az egyes biomassza fajták közül melyeket lehet a fenntarthatósági követelményeknek megfelelően leginkább hasznosítani globálisan és hazánkban?
- Az energetikai- és ökológiai hatékonyság, valamint a társadalmi haszon összességében melyik esetben a legmagasabb?
- A megújuló energiaforrásokkal – különösen a biomasszával – kapcsolatos társadalmi elvárások mennyire harmonizálnak a lehetőségekkel?

A megújuló energiaforrások növekvő hasznosítását az energiapolitika, sőt a klímapolitika, valamint az ezekhez köthető jogszabályi környezet és támogatási rendszer alapvetően befolyásolja. Amennyiben e politikák harmonizációja nem megfelelő a gazdaság- illetve más környezetpolitikákkal, a megújuló energiaforrások nagy energiarendszerekbe való integrálása problémákba ütközhet. Ezért további kutatási célként adódott a következő vizsgálati irány:

- Az energiapolitikai döntések, a hatályos jogszabályi környezet és támogatási rendszer mennyire ösztönzik, illetve hátráltatják az egyes megújuló energiaforrások hasznosítását?

- Van-e ezeknek bármilyen nem kívánatos következménye az energiarendszer működése, az egyes ágazatok fejlődése szempontjából?

A biomassa egy részének alapanyag termelése az agrárium feladata, így további kérdésként fogalmazható meg:

- Az energianövény-termesztés nem ütközik e területi korlátokba, illetve van e bármiféle versenyhelyzet, illetve kompromisszum az energianövény és élelmisznövény termesztéséhez köthető földhasználatot illetően?
- Magyarország jelenlegi biomassa felhasználásának növelése összhangban van-e a potenciális lehetőségekkel?
- Mennyi a hasznosítható erőforrás azon része, amely most is rendelkezésre áll (mező- és erdőgazdasági melléktermékek, szerves hulladékok), illetve mennyi származhatna energianövény-termesztésből?

Ez utóbbi esetében kísérletet tettem arra, hogy meghatározzam az erre a célra hasznosítható terület kiterjedését, figyelembe véve a lehetséges földterület használat tervezett jövőbeni változásait, valamint azt, hogy mely energianövényeket lenne célszerű termesztetni az igénybe vehető földterületen.

Dolgozatomban tehát alapvetően a biomassa, mint megújuló energiaforrással kapcsolatos energiapolitikai, környezet- és természetvédelmi, területhasznosítási kérdéseket, problémákat vizsgáltam, így érvényesítve a földrajzi megközelítés komplexitását, a többi megújuló energiaforrással kapcsolatos problémákat csak érintőlegesen tárgyaltam.

II. A dolgozat módszertanának, hangsúlyainak bemutatása

Dolgozatom jelentős része hazai és külföldi szakirodalom tanulmányozásán alapul. Említésre méltó, hogy mind itthon, mind külföldön bőséges, és hasznos szakirodalom segíti a kutatók munkáját. Az idegen nyelvű irodalom a dolgozat általános részeinél nyújtott segítséget, míg a hazai vonatkozású fejezeteken magyar kutatási eredmények alapján dolgoztam. A téma jellegéből fakadóan az ellentétes álláspontokat is igyekeztem bemutatni, és ahol az lehetséges volt, saját véleményemet egyaránt hozzáfűzni. A téma gerincét nyújtó biomassa energia elemzéséhez a szakirodalmi bázis első sorban az agrár- és erdőszettudomány, illetve az energetika kutatási eredményeiből tevődött össze.

A szakirodalmi elemzésen túl több helyen végeztem számításokon nyugvó gondolatkísérleteket, illetve az ország egyik régiójára kiterjedő potenciálbecslést. Mindehhez többféle statisztikai adatbázist használtam, (FAOSTAT, KSH, EUROSTAT, AESZ stb.), az

eredményeket pedig táblázatokba foglaltam, illetve diagramokon, térképeken jelenítettem meg. Az említett potenciálbecslés célja a Nyugat-dunántúli régió kistérségeinek közvetlen tüzelési célra hasznosítható biomassza produkciójának számbavétele volt. A probléma megközelítése, illetve számszerűsítése egy több forrásból összeállított, kb. 5000 tételből álló adatbázis feldolgozásával, meglehetősen egyedi módszertannal készült.

Az adatbázis segítségével fafajtánként megbecsültem a Nyugat-dunántúli régió kistérségeire eső tűzifa- és fakitermelési melléktermék éves mennyiségét, ugyanígy a gabona-, kukorica-, napraforgószár valamint a gyümölcsfanyesedék és szőlővenyige éves hozamát. Ezeket fűtőérték alapján közös nevezőre hoztam, így megkaptam az egy kistérségre eső összes közvetlen tüzelésre alkalmas (elméletileg felhasználható) biomasszában megtestesült energia mennyiségét. Szintén fűtőérték alapján határoztam meg, hogy mekkora energiamennyiséget igényel az 1 MW beépített teljesítményű fűtőmű. A kapott értékek alapján kiszámítottam, hogy az egyes kistérségek a területükön fellelhető tűzifa- és ún. apadék hozamok, valamint a mezőgazdasági melléktermények produkciója alapján mekkora beépített teljesítményű fűtőművet lennének képesek ellátni. Ezután az eredményt egyéb tényezők alapján korrigáltam, majd becslési eljárással az egész országra kiterjesztettem a modellszámítást.

A dolgozat három jól elkülöníthető egységből áll. Az első lényegi fejezetben a megújuló energiaforrások lehetséges szerepét tárgyaltam, a társadalmi elvárásoknak megfelelő fontossági sorrendben. A megújuló energiaforrások és a klímaváltozás problémájának kapcsolatát követően azok energiaválságban, és ezen belül az energia importfüggőségben betöltött szerepét elemeztem, végül a lokális problémák megoldásaira, elsősorban a vidékfejlesztésre irányuló lehetőségeit foglaltam össze. A következő fejezet általánosságban tárgyalja a biomasszák típusait, azok elterjedtségét, használatuk előnyeit és hátrányait.

A harmadik, leghosszabb egység az addig általánosságban áttekintett megújuló energiaforrások és biomassza problémakör Magyarországi helyzetét mutatja be: itt elemzem az energiagazdálkodás hazai problémáit, a hagyományos és a megújuló energiaforrások használata közötti vita főbb, idevonatkozó kulcspontjait; tárgyalom a megújuló energiaforrások hazai helyzetét a jogi környezet és a támogatási rendszer vonatkozásában, majd szektorelemzésekkel külön-külön vizsgálom az egyes megújuló energiaforrások hasznosításának jelenlegi helyzetét, jövőbeni kilátásait, lehetőségeit. Végül a biomassza hazai energetikai hasznosításának problémakörét elemeztem. A potenciálbecslések vizsgálatát követően – ez utóbbiban saját modellszámításom is szerepel – megpróbáltam külön-külön meghatározni, hogy a jelenleg is rendelkezésre álló, ám eddig kihasználatlan, illetve az

energianövényekkel bővített biomassza milyen arányban szerepelhetne a hazai energiamérlegben. Kísérletet tettem arra is, hogy megállapítsam az energianövények termesztésére hasznosítható szántóterületek maximális kiterjedését.

III. Kutatási eredmények és következtetések

1. A megújuló energiaforrások szerepe a globális és lokális problémák megoldásában

A megújuló energiaforrások növekvő használatba vételével a klímaváltozás mérséklését, a fosszilis energiahordozók egy részének helyettesítését, valamint a vidékfejlesztés révén az ember és a környezet kapcsolatának felértékelődését szeretnénk elérni.

1.1. Mára általánosan elterjedt vélemény, hogy éghajlatunk melegszik, szélsőséesebbé válik, és ebben fő szerep jut az emberi tevékenységnek, valamint a szén-dioxidnak. Így a megújuló energiaforrások klímaváltozást mérséklő szerepe – a fosszilis energiaforrások egy részének helyettesítésével – a szén-dioxid kibocsátás csökkentésében jelentkezhet. Bár az ún. klímaváltozás szkeptikusok megkérdőjelezi a szén-dioxid és az antropogén hatás jelentőségét, azonban a megújuló energiaforrások akkor sem veszítenének jelentőségükből, amennyiben mégis a kétkedőknek lenne igaza, hiszen sok ország esetében – hazánk is ilyen – az energiainport függés mérséklése már ma is legalább olyan fontos, ha nem fontosabb szempont, mint a szén-dioxid kibocsátás mérséklése.

1.2. Földünknek így – a klímaváltozással is összekapcsolódó – globális problémája az energiaválság. Ez egyfelől a fogyó energiahordozók egyre nehezebb elérhetőségét, illetve csökkenő készleteit, másrészt a jelenleg legnagyobb arányban használt szénhidrogén készletek elhelyezkedésének jelentős koncentráltóságából fakadó függő viszonyát jelenti. Az energiaválságból való kiútkeresés során a nukleáris energia, a hidrogén és a metanol hasznosításán túl a megújuló energiaforrások is szóba kerülnek alternatívaként.

Vizsgálataim során azonban arra a következtetésre jutottam, hogy mivel a jelenleg kiaknázható potenciális lehetőségek korlátozottak, a 21. században a megújuló energiaforrásoknak várhatóan nem helyettesítő, hanem csupán kiegészítő szerep juthat a globális energiagazdálkodásban, hacsak nem történik lényeges áttörés a kutatás-fejlesztésben. Így valószínű, hogy a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére vonatkozó lehetőségek szintén korlátozottak lesznek. A fosszilis energiahordozóktól való függő viszony azonban mérsékelhető azokban az országokban – a helyben fellelhető megújuló energiaforrások kiaknázásával –, ahol azokat eddig még nem, vagy csupán csekély mértékben hasznosították.

A megújuló energiaforrások felhasználását ösztönző energiapolitikák kialakításánál azonban ügyelnünk kell arra, hogy a szabályzó és támogató rendszer következményeként ne teremtsünk újabb megoldandó problémákat. Így például a biomassza esetében az energianövény termesztése ne járjon az élelmisznövény termesztésére használt szántók kiterjedésének csökkenésével, ahol ez utóbbi nem áll bőségesen rendelkezésre, illetve ne veszélyeztesse a természetes vegetációt. Egyes fejlett társadalmak, elsősorban az Európai Unió a bioüzemanyagok előállítását saját határain kívülre kívánják helyezni, ezzel azonban zavart kelthetnek az egyébként is megoldatlan problémákkal jellemezhető globális élelmiszerellátásban, amit a felszökő élelmiszerárak csak súlyosbíthatnak. Az alapanyag, illetve a bioüzemanyagok termelésének globalizálása a decentralizálás helyett csupán az energiafüggés viszonyán változtat, az állapotát nem szünteti meg.

1.3. A megújuló energiaforrások vidékfejlesztésben rejlő lehetőségei a munkahelyteremtésben, a vidéki életforma, valamint az ember és környezet közötti kapcsolat felértékelődésében nyilvánulhat meg. Mindez akkor valósul meg legoptimálisabban, ha az agroökológiai célokat nem sértjük: az energiatermelésre szánt növényekkel nem veszélyeztetjük a helyi természetes vegetációt, nem gátoljuk a biodiverzitás védelmét szolgáló törekvéseket, és nem alakítunk ki – illetve nem konzerválunk már meglévő – egyoldalú vetésszerkezetet, ugyanakkor – a munkahelyteremtés révén – növeljük a vidék népességmegtartó erejét. Ez utóbbi célnak leginkább a mezőgazdasági mellékterményekre alapozott biogáz hasznosításával lehet megfelelni.

2. A biomassza energetikai hasznosításának konfliktusai

A megújuló energiaforrások közül a biomassza felhasználása a legnagyobb arányú, amely energetikai célú hasznosítása egyidős az emberiséggel. Kezdeti domináns szerepe azonban a nagyobb energiasűrűségű energiaforrások használatba vételével jelentősen csökkent. Napjainkban a biomassza energia felhasználása – jellemzően a fejlettebb országokban – ismét felértékelődik, így a világ energiafelhasználásából közel tíz százalékkal rendelkező részesedését várhatóan a jövőben is megőrzi.

Az bioenergia hasznosítás legegyszerűbb, és az energiamérleg szempontjából is legkedvezőbb változata a biomassza eredeti, vagy az eredetihez közeli állapotában történő energetikai felhasználása. Ezt szem előtt tartva a különböző biomasszák közül a közvetlen tüzelésre alkalmas erdő- és mezőgazdasági termények és melléktermények, valamint fás- és

lágý szárú energianövények felhasználása a legoptimálisabb hő-, illetve villamosenergia termelés céljával.

A környezeti fenntarthatóság szempontjából a legkisebb energia befektetéssel járó, legnagyobb energiahozamot produkáló hasznosítási módok a legkedvezőbbek – ez szintén a közvetlen tüzelés –, illetve a másodlagos- és harmadlagos biomasszák (pl. szerves eredetű kommunális hulladékok, híg- és szerves trágyák, szennyvizek) ártalmatlanítását egyidejűleg megoldó – már említett – biogáztermelés.

Az agroökológiai célokat, és az élelmiszerellátás biztonságát szem előtt tartva a jelenleg is rendelkezésre álló biomasszák felhasználása jelenti a legkisebb kockázatot, az energianövény-termesztés csak abban az esetben felel meg a fenntarthatósági követelményeknek, ha a termesztésükre igénybe vett terület nem védelem alatt álló, élelmiszernövény termesztésre kevésbé alkalmas, és az energianövény nem jelent a természetes élőhelyekre ökológiai kockázatot (invazivitás, genetikai szennyezés).

A bioüzemanyagok esetében érdemes lenne a hasznosításukra szánt támogatást azok hatékonyabb, második vagy harmadik generációs változatainak kutatására fordítani, hiszen a jelenleg használt első generációs változatok előállításához jelentős fosszilis energia szükséges, így szén-dioxid csökkentő szerepük nem számottevő, az alapanyag termelése pedig túlzottan nagy területet vesz igénybe.

3. Az energiagazdálkodás problémái Magyarországon

Amellett hogy hazánk kihasználatlan megújuló erőforrás kapacitásokkal rendelkezik, célszerű megvizsgálni, hogy az energiatermelés, illetve felhasználás rendszere milyen állapotban van, a modern megújuló energiaforrásokat hasznosító műszaki létesítmények hogyan tudnak bekapcsolódni ebbe a rendszerbe, és egyáltalán a magyar energetikai szektor hogyan kapcsolódik a nemzetközi energetikai áramlatokhoz, milyen mértékű az energiahordozó import.

3.1. Az energiaimport függés hazánkban is súlyos gond (>60%), amely első sorban a szénhidrogén felhasználásának magas arányából adódik. Ez azért különösen aggasztó, mert saját forrásunk viszonylag kevés van – a szénhidrogén felhasználás $\frac{3}{4}$ része import –, és a beszerzési forrás nagyon egyoldalú. A megújuló energiaforrások használatának – mindezt figyelembe véve – hazánkban talán fontosabb szerepe lehet az importfüggés mérséklésében, mintsem környezetvédelmi megfontolásokból. A szénhidrogén függés a vezetékes földgázrendszer elterjedése óta a háztartások energiaellátását is veszélyezteti, a lakosság

energia önellátásában így a lokális méretekhez igazodó, megújuló energiaforrás alapú háztartási méretű berendezések (pl. pelletkazánok, napkollektorok), illetve egyes települések saját erőforrásaival üzemeltetett kisebb erőművek (pl. biomassza fűtőművek) kaphatnának szerepet. Kizárólag megújuló energiaforrásokkal várhatóan azonban nem lehet ezt a problémát megoldani, az energiapolitika a nukleáris energia további használatát is támogatja, valamint keresi a szénhidrogén beszerzésének alternatív lehetőségeit is.

3.2. A szóban forgó energiaforrások felhasználását hátráltatja, hogy a hazai villamosenergia-rendszer nem elég korszerű és stabil ahhoz, hogy a megújuló energiaforrásokat hasznosító kisebb decentralizált egységek szabályzási problémák nélkül integrálhatók lehessenek – különösen igaz ez a szélerőművek esetében. Az erőműpark megújításával nemcsak ezt a gondot lehetne orvosolni, de a hatások növekedésével a környezetterhelés is csökkenthető lenne.

4. A megújuló energiaforrások helyzete Magyarországon

A hazai jogi- és gazdasági szabályzórendszer hiányosságai, valamint a forráshiány miatt itthon a megújuló energiaforrások hasznosítása egyelőre elmarad a lehetőségektől. A szabályzó rendszer bizonyos esetekben még hátráltatja is a felhasználás növelését (víz- és geotermikus energia). Az energiapolitika itthon leginkább a szélerőművek terjedésének, a bioüzemanyagok – ezek közül főként a bioetanol – előállításának és a biomassza villamosenergia-termelésre való hasznosításának kedvez, ezzel együtt az összes megújuló energiafelhasználás döntő hányadát ez utóbbi hasznosítási mód adja.

Kevés lehetőség nyílik a jelenleg is rendelkezésre álló, jelentős energetikai hozamot nyújtó, erdőkből és növénytermesztésből származó melléktermékek, valamint a másodlagos és harmadlagos biomasszák hasznosítására, biogáz előállítására. A nap, víz és geotermikus energia is kihasználatlan potenciális lehetőségekkel rendelkezik. A szabályzás következtében a biomassza közvetlen tüzelése – általában tűzifa alapanyaggal – többnyire az elavult villamos erőműveinkben, gyenge hatásfokkal, hőhasznosítás nélkül történik, amely együtt jár az erdőkből energetikai célra hasznosítható tűzifa teljes felhasználásával, néhány esetben import alapanyaggal kiegészítve. A megújuló energiaforrások mintegy 5,1%-os részesedéssel járulnak hozzá a hazai energiafelhasználáshoz, mely jócskán elmarad a potenciális lehetőségektől.

A megújuló energiaforrásokat már régebb óta hasznosító országok példáján jól lemérhető, hogy átgondolt szabályzó és támogató rendszerrel is lehet eredményeket elérni. A

megújuló energiaforrások felhasználása során keletkezett nemkívánatos problémák inkább a szabályzás hibáinak, mintsem a forráshiánynak a következményei. Esetünkben alapvető lenne néhány, a megújuló energiaforrásokat sikeresen alkalmazó ország energiapolitikáját, szabályzó- és támogató rendszerét alkalmazni, hogy a hazai hibákat rugalmasabban korrigálhassuk.

5. A biomassza mint energiahordozó Magyarországon

Hazánkban – a világtátlaghoz hasonlóan – a biomassza felhasználása dominál a megújuló energiaforrások között, részesedésük a teljes hazai energiafelhasználásból mintegy 4,6%. A jelenlegi hasznosítás a már említett villamos erőműveken kívül néhány decentralizált kisebb fűtőműben (közvetlen tüzelés összesen: 97%), illetve csekély mértékben biogáz (1%), illetve motorhajtóanyag termelésben (2%) merül ki.

A számos, különböző eredményre jutott magyarországi potenciálbecslés egyetlen, de annál biztosabb pontban megegyezik: van még energiatermelésre használható tartalék a hazai biomassza hozamban, amely messze felülmúlja a jelenlegi hasznosítást.

5.1. A jelenleg is rendelkezésre álló mező- és erdőgazdasági melléktermények, valamint a hulladéklerakókból és a szennyvízből nyerhető depóniagáz, illetve biogáz kihasználtsága elhanyagolható, holott számottevő energiaforrást jelenthetnének. Számításaim szerint a melléktermények – a hulladék és a szennyvíz felhasználása nélkül is – legkevesebb 5%-os részesedéssel rendelkezhetnének a hazai energiafelhasználásból. Az energiapolitika, valamint a szabályzó- és támogató rendszer újragondolása nélkül azonban a fenti energiaforrások hasznosítása továbbra is mellékes marad.

5.2. A nagyra törő energiapolitikai tervek, főként a bioetanol termelésével kapcsolatban csupán hozzávetőlegesen kalkulálnak az alapanyag termelés területigényével, a jövőben tervezett földterület változásokat, valamint az ökológiai célok betartásával járó korlátokat legtöbbször figyelmen kívül hagyják, holott ezeket a szempontokat mérlegelve egyértelmű, hogy bár lehetséges energianövény termesztése hazánkban, az erre a célra biztonsággal hasznosítható földterület kiterjedését túlzottan optimistán ítéljük meg.

5.3. Számításaim szerint az energianövény termesztésére hasznosítható földterület a jövőben nagyjából fél millió hektár lehet, azonban a bioüzemanyagok alapanyagaként termesztett növények területigénye már meg is haladja azt. Érdeemes lenne az energiapolitikai célokat ebből a szempontból is átgondolni, és a rendelkezésre álló szántókat a lehető legnagyobb energetikai, ökológiai és társadalmi hasznot produkáló energianövények

termesztésére fordítani, és azokat a leghatékonyabb módon hasznosítani. Bár a szóban forgó földterület kiterjedése nem túl jelentős, azt energianövény termesztésére használva nagyjából további 10%-os növekményt lehetne elérni a hazai energiafelhasználásban.

5.4. A problémakör részletes vizsgálata után kijelenthető, hogy még szigorú becslések mellett is el lehetne érni, hogy a biomassza energia jelentős (legalább 20%-os részesedéssel) energiahordozója legyen hazánkban, a jelenlegi hasznosítás, a rendelkezésre álló melléktermények, és energianövény termesztés révén. Alkalmazásukkal hosszú távon jelentősen mérsékelni lehetne az import földgáztól való függést, mindezt a hazai élelmiszerszükséglet-előállítás, és a fenntarthatósági követelmények veszélyeztetése nélkül. A biomassza centralizált felhasználása helyett a lokális hasznosítás megvalósulásával a települések előre léphetnek az energia önellátás felé. A vidék népességmegtartó erejéhez, a vidéki életforma felértékelődéséhez, a kultúrtáj sokoldalú hasznosításához, és talán esztétikumának növeléséhez a biomassza sokoldalú hasznosítási lehetőségei egyaránt hozzájárulhatnak.

6. Következtetések. A kutatás gyakorlati haszna

A biomassza energetikai hasznosításának általában vett, és hazai kérdéskörét áttekintve számomra két lényeges megállapítás körvonalazódik.

6.1. A Nyugat-dunántúli régió kistérségeire vonatkozó potenciálbecslésem elvégzése után egyértelművé vált, hogy a közvetlen tüzelésre hasznosítható erdő- és főképpen a mezőgazdasági melléktermények számottevő szereplői lehetnének energiagazdaságunknak, azonban ezek energetikai hasznosítása még elenyésző. Egyfelől igaz, hogy a melléktermények összegyűjtése munkaigényesebb, mint a koncentráltabban termeszthető energianövényeké, ugyanakkor ezek évről-évre megújulva folyamatosan rendelkezésre állnak. Az agrárium megújulásától pedig nem lehet idegen a magasabb foglalkoztatottság és a munkaigényesebb termelési megoldások. A melléktermékek szórt elhelyezkedése miatt a lokális, decentralizált hasznosítás lenne optimális. A maximális léptéket ebben az esetben a kis helyi fűtőművek jelenthetnék, azonban tömörítvények készítésével a kisebb léptékű, háztartási hasznosítás is elérhetővé válna. Véleményem szerint a támogatásoknak az ilyen, és ehhez hasonló megoldásokat kellene előtérbe helyezni, hiszen ezzel hozzásegítenénk a vidéki népességet a legalább részbeni energia önellátáshoz, függetlenül ezzel a vezetékes földgázrendszerrel.

6.2. A jövőben az energianövény termesztésére kalkulálható földterület – az optimista becslésektől eltérően – valójában nem túl jelentős, így e szűkös erőforrást célszerű lenne a

lehető legnagyobb energetikai, ökológiai és társadalmi hasznot produkáló energianövények termesztésére fordítani, és azokat a leghatékonyabb módon hasznosítani. Mivel az energianövény célzott termesztésével tervezhetőbb a felhasználás is, ebben az esetben a hőszolgáltatáson kívül a villamosenergia-termelés is szóba kerülhetne.

A földrajz szemlélete, elemző, szintetizáló munkamódszere egyértelmű segítséget nyújtott e szerteágazó, összetett probléma egyttlításában. Talán bizonyítja disszertációm, hogy a geográfia alkalmas arra, hogy a természeti erőforrások és a társadalom kapcsolatát a lehető legkomplexebb valóságában ragadja meg, s kutatásai révén hozzájáruljon a fenntartható, humanizált környezethasználat kifejlődéséhez, az ember-környezet viszony megreformálásához, a földrajzi, környezeti, gazdasági és társadalmi szempontok összehangolásához. Egyértelmű tehát, hogy ezzel a kutatási területtel több geográfusnak kellene foglalkoznia, mint ahányan azt jelenleg teszik.

IV. A tézisek alapjául szolgáló, valamint a disszertáció témakörében megjelent publikációk:

- Jankó F.-Móricz N. Pappné Vancsó J.: A klímaváltozás diskurzusai 1. - Tudományos viták és a társadalomföldrajz perspektívái. Várható megjelenés: *Földrajzi Közlemények*: 2010/4. Megjelenés alatt.
- Jankó F.-Móricz N. Pappné Vancsó J.: A klímaváltozás diskurzusai 2. - A klíma katasztrófától a kételkedésig. Várható megjelenés: *Földrajzi Közlemények*: 2011/1. Megjelenés alatt.
- Jankó F.-Móricz N.-Pappné Vancsó J. 2010: Posztnormál tudomány? A klímaváltozás tudományos vitájának természete. A HUNGEO 2010 Magyar Földtudományi Szakemberek 10. Világtalálkozóján elhangzott előadás. Szombathely 2010. augusztus 17.
- Pappné Vancsó J. 2004: Az ökológiai lábnyom: a fenntartható fejlődés mérőeszköze. *Földrajzi Közlemények*. 128. (52.) évf. 1-4. sz., pp. 73-87.
- Pappné Vancsó J. 2005: A biomassza hasznosítási lehetőségei a Nyugat-Dunántúli Régió kistérségeiben. In: Perczel Gy.-Szabó Sz. (szerk.): *100 éve született Mendöl Tibor. Emlékkötet*. Trefort Kiadó, Budapest pp. 107-120.
- Pappné Vancsó J. 2008: A biomassza energia. In: Vidéki I. (szerk.): *Fejezetek ipar- és gazdaságföldrajzból*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. pp. 87-96.
- Vancsó J. 2002: Villamosenergia-termelésünk válaszüton – a hazai erőműfejlesztések stratégiai kérdései. *Földrajzi Értesítő*, 51. évf. 1-2. sz., pp. 95-112.